

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Si
low

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-293939

(43)Date of publication of application : 21.10.1994

(51)Int. Cl.

C22C 38/00

C22C 38/18

C22C 38/30

(21)Application number : 05-080938

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 07.04.1993

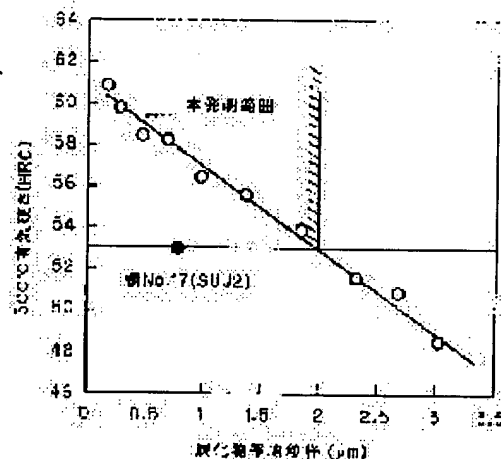
(72)Inventor : ADACHI SHIYUUGOROU
MATSUSHIMA YOSHITAKE

(54) BEARING PARTS EXCELLENT IN HIGH TEMPERATURE ROLLING FATIGUE CHARACTERISTIC

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide bearing parts superior in high temp. rolling fatigue characteristic to the ones prepared by using conventional high carbon chromium bearing steel and case hardening steel as a stock.

CONSTITUTION: A steel, having a composition which consists of 0.7-1.3% C, <0.5% Si, 0.3-2% Mn, <0.02% S, 0.51-6% Cr, 0.015-0.06% Al, 0.003-0.02% N, and the balance Fe with inevitable impurities and contains, if necessary, prescribed amounts of Mo, W, V, Nb, Ni, Cu, Co, etc., and in which the contents of P, Ti, and O among the inevitable impurities are controlled to <0.02%, <0.003%, and <0.003%, respectively, is used as a stock. The parts can be obtained by subjecting parts, prepared by using the stock, to quench-and-temper treatment. Further, the average grain size of carbide in the steel is regulated to $\leq 2\mu\text{m}$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-293939

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)IntCl.⁵

C 2 2 C 38/00
38/18
38/30

識別記号

3 0 1 Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平5-80938

(22)出願日

平成5年(1993)4月7日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72)発明者 足立 周悟郎

兵庫県神戸市灘区灘浜東町2番地 株式会
社神戸製鋼所神戸製鉄所内

(72)発明者 松島 義武

兵庫県神戸市灘区灘浜東町2番地 株式会
社神戸製鋼所神戸製鉄所内

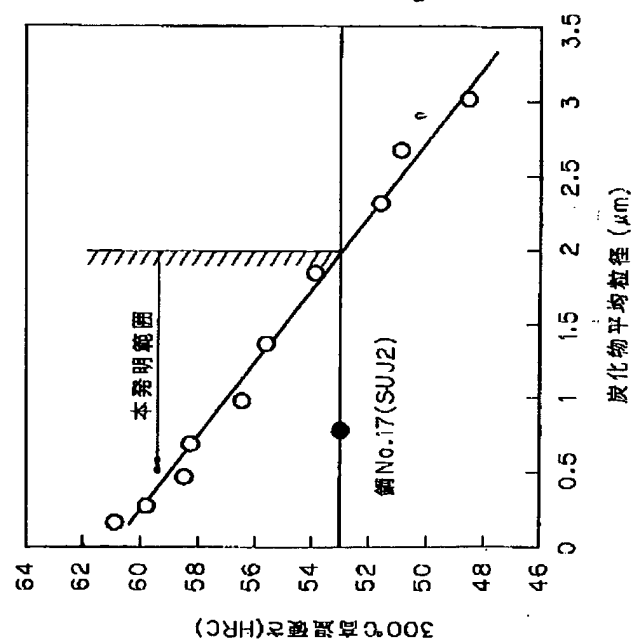
(74)代理人 弁理士 植木 久一

(54)【発明の名称】 高温転動疲労性に優れた軸受部品

(57)【要約】

【目的】 従来の高炭素クロム軸受鋼や肌焼鋼を素材としたときよりも優れた高温転動疲労性を有する様な軸受部品を提供する。

【構成】 C:0.7~1.3%, Si:0.5%未満, Mn:0.3~2%, S:0.02%以下, Cr:0.51~6%, Al:0.015~0.06%, N:0.003~0.02%を夫々含有し、必要によって所定量のMo, W, V, Nb, Ni, Cu, Co等を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなり、該不可避不純物中P:0.02%以下, Ti:0.003%以下, O:0.003%以下に夫々抑制してなる鋼を素材とし、該素材によって作製された部品に、焼入れ、焼戻し処理を施したものであり、炭化物の平均粒径が2 μ m以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.7~1.3% (重量%の意味、以下同じ), Si:0.5%未満, Mn:0.3~2%, S:0.02%以下, Cr:0.51~6%, Al:0.015~0.06%, N:0.003~0.02%を夫々含有し、残部Feおよび不可避不純物からなり、該不可避不純物中P:0.02%以下, Ti:0.003%以下, O:0.003%以下に夫々抑制してなる鋼を素材とし、該素材によって作製された部品に、焼入れ、焼戻し処理を施したものであり、炭化物の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする高温転動疲労性に優れた軸受部品。

【請求項2】 請求項1に記載の軸受部品において、更にMo:2%以下およびW:1%以下から選ばれる1種または2種を含有する鋼を素材とするものである軸受部品。

【請求項3】 請求項1または2に記載の軸受部品において、更にV:0.03~2%およびNb:0.01~0.5%から選ばれる1種または2種を含有する鋼を素材とするものである軸受部品。

【請求項4】 請求項1~3のいずれかに記載の軸受部品において、更にNi:3%以下を含有する鋼を素材とするものである軸受部品。

【請求項5】 請求項1~4のいずれかに記載の軸受部品において、更にCu:1%以下を含有する鋼を素材とするものである軸受部品。

【請求項6】 請求項1~5のいずれかに記載の軸受部品において、更にCo:0.03~3%を含有する鋼を素材とするものである軸受部品。

【請求項7】 焼入れ加熱時に窒素を表層部に浸入させる処理を施したものであり、炭窒化物の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下である請求項1~6のいずれかに記載の軸受部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高炭素クロム軸受部品や肌焼軸受部品より優れた転動疲労性を有する軸受部品に関し、殊に高温下の使用環境においても軸受寿命が低下しない優れた転動疲労性を示す軸受部品に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車や産業機械等に用いられる軸受部品には、従来から高炭素クロム軸受用鋼が素材として汎用されており、例えばSUJ1(JISG 4805)のCr量を増やしたSUJ2が中・小型軸受部品に、またMnやSi量を増やしたSUJ3が大型軸受部品に夫々多用されてきた。またSCr420(JISG 4104)に代表される肌焼軸受鋼も、軸受部品の素材として使用されてきた。

【0003】しかしながら近年になって、エンジンの高

出力化、高回転化、機械部品の小型化等に伴って軸受まわりの温度が上昇していく傾向にあり、こうした状況のもとでは、SUJ2やSCr420等を素材とした軸受部品では、高温の使用環境における十分な転動疲労寿命が得られないという問題があった。

【0004】一方過酷な条件下で使用される軸受部品には、AISI M50等が素材として使用される様になっている。AISI M50を素材とする軸受部品では、高温環境下の使用においても優れた転動疲労性が得られるが、AISI M50は合金元素を多量に含むことから素材費が高くなり、また加工性の点で問題があり、加工費も高くなるという欠点がある。

【0005】こうしたことから、高温下(300℃以下)での転動疲労性に優れ、従来のAISI M50と比較して素材費や加工費が安価な軸受部品の実現が要望されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこうした状況のもとになされたものであって、その目的は、従来の高炭素クロム軸受鋼や肌焼鋼を素材としたときよりも優れた高温転動疲労性を有し、且つAISI M50と比較して素材比や加工費が安価である様な軸受部品を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成し得た本発明とは、C:0.7~1.3%, Si:0.5%未満, Mn:0.3~2%, S:0.02%以下, Cr:0.51~6%, Al:0.015~0.06%, N:0.003~0.02%を夫々含有し、残部Feおよび不可避不純物からなり、該不可避不純物中P:0.02%以下, Ti:0.003%以下, O:0.003%以下に夫々抑制してなる鋼を素材とし、該素材によって作製された部品に、焼入れ・焼戻し処理を施したものであり、炭化物の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下である点に要旨を有するものである。

【0008】また本発明に係る軸受部品は、上記の元素を基本成分とするものであるが、必要に応じてMo, W, V, Nb, Ni, Cu, Co等を含有するものであってもよい。更に、本発明に係る軸受部品において、焼入れ加熱時に、窒素を表層部に浸入させる処理を施したものであり、炭窒化物の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下であるものは、高温転動疲労性をさらに向上させることができる。

【0009】

【作用】本発明は上述の如く構成されるが、要するに、高温下での使用で問題となる硬さの低下を抑制するために、各種合金元素量を調整して焼戻し軟化抵抗性を向上させるとともに、炭化物形成元素であるCr(必要によって、Mo, W, V, Nb)を添加することによって積極的に炭化物を析出させ、且つ焼入れ・焼戻し処理によ

て炭化物の平均粒径を $2\mu\text{m}$ 以下に調整した軸受部品は、高温での使用条件下でも優れた転動疲労性を示すことを見出し、本発明を完成した。また上記軸受部品において、焼入れ加熱時に窒素を表層部に浸入させる処理を施して炭窒化物の平均粒径を $2\mu\text{m}$ 以下に調整したものは、該軸受部品の高温転動疲労性を更に向上させることができることも判明した。まず、本発明に係る軸受部品における化学成分限定理由は下記の通りである。

【0010】C：0.7～1.3%

Cはマトリックスに固溶してマルテンサイトを強化し、また炭化物を増加させて焼戻し後の硬さを向上させるのに必要な元素である。この様な効果を発揮させるためには、Cの含有量は0.7%以上とする必要がある。しかしながら、C含有量が1.3%を超えると、炭化物が粗大化し、転動疲労性が低下し、また靱性、切削性、冷間加工性および温間加工性等が低下する。

【0011】Si：0.5%未満

Siは焼戻しの第1段階（マルテンサイト中に固溶しているCが炭化物として析出する段階）の終了と第2段階（残留オーステナイトが分解する段階）の開始を遅らせ、焼戻し軟化抵抗性を向上させる元素であるが、0.5%以上含有させてもその効果は飽和し、切削性、冷間加工性および温間加工性が著しく低下する。従って、Siの含有量は0.5%未満とする必要がある。

【0012】Mn：0.3～2%

Mnは脱酸・脱硫元素であり、また焼入性を向上させる元素である。Mn含有量が0.3%未満ではこのような効果は期待できず、また2%を超えて含有してもその効果は飽和し、かえって切削性、冷間加工性が低下する。

【0013】S：0.02%以下

Sは鋼中において殆どがMnSの形で含有されており、切削性を向上させる元素である。しかしながら、O含有量が少ない場合には却って転動疲労性を低下させ、また冷間加工性や温間加工性にも悪影響を及ぼす。よって、これらの点を考慮してS含有量は0.02%以下とする。

【0014】Cr：0.51～6%

CrはCと結合して微細な炭化物を生成し、高温での硬さを向上させて高温転動疲労性を向上させる。Cr含有量が0.51%未満では炭化物が粗大化し、転動疲労性が低下する。またCr含有量が6%を超えると、切削性、冷間加工性および温間加工性を低下させる。よって、Cr含有量は0.51～6%とする。

【0015】Al：0.015～0.06%

Alは脱酸と結晶粒の微細化に有効な元素であり、Al含有量が0.015%未満ではこのような効果はなく、また0.06%を超えると結晶粒の微細化効果は飽和してしまい、さらに多く含有量させると逆に結晶粒が成長しやすくなる。よって、Al含有量は0.015～

0.06%とする。

【0016】N：0.003～0.02%

NはAl、V、Nb等と結合して窒化物を生成し、結晶粒を微細化して鋼の強靱化を図るのに有効な元素である。N含有量が0.003%未満ではこのような効果は少なく、また0.02%を超えて含有すると冷間加工性および温間加工性を低下させる。よってN含有量は、0.003～0.02%とする。

【0017】本発明の軸受部品は、以上の元素を基本成分とし残部鉄および不可避不純物からなるものであるが、該不可避不純物中P、Ti、O等は夫々下記の如く抑制する必要がある。

【0018】P：0.02%以下

Pは靱性を低下させる元素であるから、このP含有量は極力低減させる必要があり、P含有量は0.02%以下とする。

【0019】Ti：0.003%以下

TiはNと結合して粗大なTiNを生成し、転動疲労性、冷間加工性および温間加工性を低下させる元素であり、極力低くする必要がある。こうした観点から、Ti含有量は、0.003%以下とする。

【0020】O：0.003%以下

OはAlやSiと結合し、鋼中において酸化物系介在物を生成する元素であり、鋼中における含有量が多くなると転動疲労性を低下させると共に、切削性、冷間加工性にも悪影響を及ぼすので極力低減する必要がある。よって、O含有量

【0021】は0.003%以下とする。

【0022】本発明の軸受部品には、必要に応じてMo、W、V、Nb、Ni、Cu、Co等を含有してもよい。これらの元素を添加するときの含有量は下記の通りである。

【0023】Mo：2%以下およびW：1%以下よりなる群から選ばれる1種または2種

MoおよびWは、Crと同じく炭化物を生成し、分散強化によって硬さを大きくするのに有効な元素である。しかしながらMo含有量が2%およびW含有量が1%を夫々超えて含有されると効果が飽和すると共に、切削性、冷間加工性および温間加工性が低下する。

【0024】V：0.03～2%およびNb：0.01～0.5%よりなる群から選ばれる1種または2種

VおよびNbは共に鋼中のC、Nと結合して炭窒化物を生成し、結晶粒を微細化し、且つ焼戻し軟化抵抗性を向上させるのに有効な元素である。Vの含有量が0.03%未満およびNb含有量が0.01%未満ではその様な効果は発揮されず、逆にVの含有量が2%およびNbの含有量が0.5%をそれぞれ超えて含有されてもその効果が飽和する。

【0025】Ni：3%以下

Niは焼入性を向上させる元素であり、質量の大きな部

10

20

30

40

50

5

品における焼入れ・焼戻し処理を容易にする元素である。また韌性を向上させる元素でもある。しかしながら、3%を超えて含有されると、切削性、冷間加工性および温間加工性を低下させ、更に焼入れ・焼戻し後に残留オーステナイトが多量に生成し、寸法安定性が劣化する。

【0026】Cu：1%以下

Cuは焼入れ性、耐蝕性を増加させる元素であり、且つ耐摩耗性を向上させる元素であるが、1%を超えると赤熱脆性を助長して熱間加工時に割れが発生する。よって、Cuの含有量は1%以下とする必要がある。

【0027】Co：0.03～3%

Coは耐蝕性を向上させる元素であり、且つ共析点温度を上げて炭化物および炭窒化物を微細化させる元素である。この様な効果を発揮させるためには、0.03%以上含有させる必要があるが、3%を超えるとその効果は

6

飽和する。よって、Coの含有量は、0.03～3%とする必要がある。

【0028】尚本発明の軸受部品においては、焼入れ加熱時に、窒素を表層部に浸入させる処理を施したものは、高温転動疲労性を更に向上させることができる。以下本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、下記実施例は本発明を限定する性質のものではなく、前・後記の趣旨に徴して設計変更することはいずれも本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【0029】

【実施例】表1に示す化学成分の本発明鋼No.1～9および比較鋼No.10～18を、小型真空炉にて溶製した。尚比較鋼No.17はJISのSUJ2であり、また比較鋼No.18はJIS SCr420である。

【0030】

【表1】

10

鋼	No.	化 学 成 分 (重量%)														その他
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Al	N	Ti	O	
本 発 明 鋼	1	0.97	0.39	0.41	0.012	0.011	0.01	0.02	2.58	0.01	0.01	0.027	0.0078	0.0016	0.0009	
	2	1.05	0.43	0.38	0.012	0.012	0.02	0.02	4.92	0.02	0.02	0.028	0.0086	0.0018	0.0015	
	3	0.96	0.45	0.40	0.013	0.014	0.01	0.01	1.46	1.26	0.02	0.035	0.0062	0.0013	0.0010	
	4	1.03	0.44	0.49	0.014	0.015	0.01	0.02	2.62	0.01	0.68	0.027	0.0083	0.0014	0.0012	
	5	0.94	0.39	0.44	0.012	0.013	0.01	0.01	2.47	0.96	0.54	0.033	0.0075	0.0014	0.0013	
	6	1.01	0.42	0.39	0.012	0.012	0.02	1.63	2.37	0.02	0.01	0.039	0.0081	0.0012	0.0011	
	7	1.02	0.38	0.46	0.013	0.015	0.01	0.02	2.50	0.01	0.02	0.028	0.0069	0.0013	0.0014	W:0.71
比 較 鋼	8	0.97	0.46	0.52	0.014	0.013	0.01	0.02	2.61	0.01	0.02	0.036	0.0073	0.0014	0.0012	Nb:0.36
	9	1.08	0.45	0.56	0.012	0.011	0.01	0.02	2.76	0.01	0.01	0.029	0.0078	0.0013	0.0009	Ce:1.02
	10	1.33	0.42	0.58	0.013	0.014	0.02	0.01	2.54	0.02	0.02	0.034	0.0082	0.0011	0.0012	
	11	0.68	0.37	0.47	0.012	0.015	0.01	0.02	2.65	0.01	0.01	0.037	0.0079	0.0015	0.0012	
	12	1.02	0.40	0.53	0.013	0.012	0.01	0.01	6.13	0.02	0.01	0.032	0.0077	0.0013	0.0014	
	13	1.04	0.41	0.46	0.012	0.013	0.01	0.02	1.52	2.03	0.02	0.038	0.0091	0.0012	0.0013	
	14	0.96	0.38	0.51	0.012	0.014	0.02	0.02	2.57	0.03	2.04	0.024	0.0086	0.0012	0.0011	
	15	1.05	0.43	0.48	0.012	0.011	0.01	0.02	2.36	0.02	0.02	0.029	0.0075	0.0032	0.0013	
	16	1.03	0.46	0.61	0.015	0.016	0.01	0.01	2.62	0.01	0.01	0.033	0.0089	0.0012	0.0034	
	17	1.02	0.24	0.39	0.009	0.008	0.01	0.02	1.46	0.01	0.02	0.029	0.0060	0.0011	0.0008	
	18	0.21	0.21	0.83	0.008	0.007	0.01	0.01	1.13	0.02	0.01	0.026	0.0130	0.0012	0.0009	

【0031】上記の鋼を熱間鍛造によって、直径60mmおよび20mmの丸棒に鍛伸した後、比較鋼No.1～17については鍛造後ソーキング処理を行い、巨大炭化物の拡散消失処理を行後、球状化焼鈍を行った。また鋼No.18については、熱間鍛造後焼鈍を行なった。

【0032】その後、直径60mmの丸棒については、直径60mm、厚さ5mmの試験片に加工し、下記の熱処理を行ない、表面をラッピング加工した後、面圧530kgf/mm²の条件で130℃の温度下で転動疲労試験を実施した。

【0033】一方直径20mmの丸棒については、直径*50

40*20mm、厚さ5mmの試験片に加工し、下記の熱処理を行なった後、高温硬さ(300℃)の測定、表層部における炭化物の平均粒径を測定した。尚炭化物の平均粒径の測定は、SEM写真撮影を行ない、その後画像解析によって平均粒径を求めた。

【0034】<各鋼の熱処理条件>

(1) 鋼No.1～17

焼入れ：840℃×40min/油冷

焼戻し：220℃×2hr/空冷

(2) 鋼No.18

焼入れ：925℃×10hr(浸炭処理)/油冷(カー

ボンポテンシャル：0.8重量%

焼戻し：250℃×2hr/空冷

これら試験片の高温硬さと高温転動疲労試験結果を表2に示す。尚転動疲労試験結果については L_{10} （10%累積被損率）寿命で評価した。

【0035】

【表2】

鋼 No.	高温硬さ (300℃) HRC	高温転動疲労 試験結果： L_{10} 寿命 ($\times 10^5$)	炭化物の 平均粒径 (μm)	備 考
1	58.5	73	0.26	実施例
2	62.5	93	0.32	
3	60.5	78	0.81	
4	61.0	84	0.21	
5	62.0	88	0.24	
6	59.0	75	0.43	
7	60.5	79	0.39	
8	59.5	73	0.41	
9	60.0	76	0.44	
10	59.5	34	3.08	比較例
11	52.5	31	0.85	
12	62.5	94	0.29	
13	62.0	85	0.75	
14	58.5	77	0.18	
15	59.0	24	0.48	
16	59.0	19	0.52	従来例
17	53.0	39	0.78	
18	54.0	37	なし	

【0036】これらの結果より次の様に考察できる。本発明の実施例（鋼No.1～9）のものは、いずれも転動疲労寿命が鋼No.17、18の従来鋼を用いたものよりも優れている。これに対し、C含有量の多い比較鋼No.10を用いたものは、鋼No.1を用いたものに比べ、粗大炭化物の生成によって高温硬さが低下し、転動疲労寿命が低下している。またC含有量の少ない比較鋼No.11を用いたものは、鋼No.1を用いたものに比べ、高温硬さが低下しており、鋼No.16、17の従来鋼を用いたものよりも転動疲労寿命が短くなっている。Cr含有量の多い鋼No.12を用いたものは、鋼No.2を用いたものに比べ、高温硬さおよび転動疲労寿命とも差がなく、効果が飽和している。Mo含有量の多い鋼No.13を用いたものは、鋼No.3を用いたものに比べ、高温硬

さおよび転動疲労寿命とも差がなく、効果が飽和している。V含有量の多い鋼No.14を用いたものは、鋼No.4を用いたものに比べ、高温硬さおよび転動疲労寿命とも差がなく、効果が飽和している。更にTi含有量またはO含有量の多い鋼No.15、16を用いたものは、鋼No.17、18の従来鋼を用いたものよりも転動疲労寿命が短くなっている。

【0037】次に、鋼No.1を用い、球状化处理条件および焼入れ条件を変化させることによって、炭化物の平均粒径を変化させ、炭化物の平均粒径と高温硬さ（300℃）の関係を調査した。その結果を、図1に示す。これにより炭化物の平均粒径を $2\mu m$ 以下に制御することは、高温硬さを高めて転動疲労寿命の向上に有効であることがわかる。

【0038】更に、本発明鋼No.1、2および比較鋼No.15について、以下に示す熱処理を行なった後、高温硬さの測定と転動疲労試験を行った。その結果を表3に示す。表3から明らかな様に、窒素を表層部に侵入させることによって、より優れた転動疲労性が得られることがわかる。

<熱処理条件>

浸炭窒化・焼入れ：870℃×5hr/油冷（カーボンポテンシャル：1.0%，アンモニア流量：2リッター/min）

焼戻し：220℃×2hr/空冷

【0039】

【表3】

鋼 No.	高温硬さ (300℃) HRC	高温転動疲労 試験結果： L_{10} 寿命 ($\times 10^5$)	炭窒化物の 平均粒径 (μm)	備 考
1	60.0	81	0.45	実施例
5	64.0	95	0.23	
15	60.5	33	0.51	比較例

【0040】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、従来のM50等の高合金の軸受鋼を使用することなく、高温下でも優れた転動疲労性を有する軸受部品が実現できた。また本発明の軸受部品は、炭化物または炭窒化物が微細化して硬さが高いため、自動車の歯車粉等の異物が混入する様な潤滑条件化で使用しても、異物噛み込みによる圧痕がつきにくいという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】炭化物の平均粒径と高温硬さの関係を示すグラフである。

【図1】

